

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-001130

(43)Date of publication of application : 09.01.2001

(51)Int.Cl.

B22D 29/00

B22C 9/04

B22C 9/22

G02B 6/38

(21)Application number : 11-175561

(71)Applicant : YKK CORP

(22)Date of filing : 22.06.1999

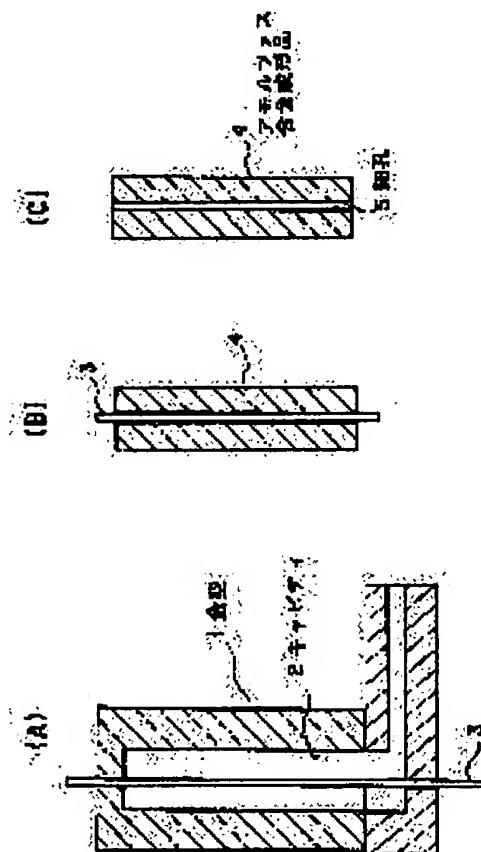
(72)Inventor : TAKEDA HIDEKI
NAGAHAMA HIDENOBU
TANIGUCHI TAKESHI
YAMAGUCHI MASASHI

(54) MANUFACTURE OF AMORPHOUS ALLOY FORMED PRODUCT HAVING FINE HOLE AND APPARATUS THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an amorphous alloy formed product which reduces the problems caused by the difficulty of drawing-out of a wiry core member after casting and the durability and has a fine hole in a good productivity for a short time at a low cost, particularly, a method and an apparatus for producing a ferrule (capillary) for an optical connector.

SOLUTION: In the method for producing the amorphous alloy formed product 4 forming the fine hole 5 by casting molten material that can produce the amorphous alloy in a cavity 2 of a metallic mold 1 preset with the wiry core member 3, the cast product in the state of holding the core member is dissolved by dipping into core member corrosive liquid or is melted by heating, to remove the core member from the cast product. As the other method, a method for using the wiry core member coated with a material for releasing to be repeatedly usable by improving the draw-out property of the core member or a method for using the wiry core member made of the material having a larger thermal expansion coefficient than the cast material or a method for giving the wiry core member the vibration in the axial direction at the casting time, can be adopted.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-1130

(P2001-1130A)

(43) 公開日 平成13年1月9日 (2001. 1. 9)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	サーチコード (参考)		
B 2 2 D	29/00	B 2 2 D	29/00	F	2 H 0 3 6
B 2 2 C	9/04	B 2 2 C	9/04	B	4 E 0 9 3
	9/22		9/22	Z	
G 0 2 B	8/38	G 0 2 B	8/38		

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 項)

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-175561

(22) 出願日 平成11年6月22日 (1999. 6. 22)

(71) 出願人 000006828

ワイケイ株式会社

東京都千代田区神田和泉町1番地

(72) 発明者 竹田 英樹

宮城県仙台市泉区泉中央3-38-5-102

(72) 発明者 長浜 秀信

宮城県仙台市泉区泉中央3-38-5-105

(72) 発明者 谷口 武志

宮城県仙台市泉区山の寺2-30-26-105

(72) 発明者 山口 正志

宮城県仙台市太白区泉崎1-16-23-103

(74) 代理人 100097135

弁理士 ▲吉▼田 繁客

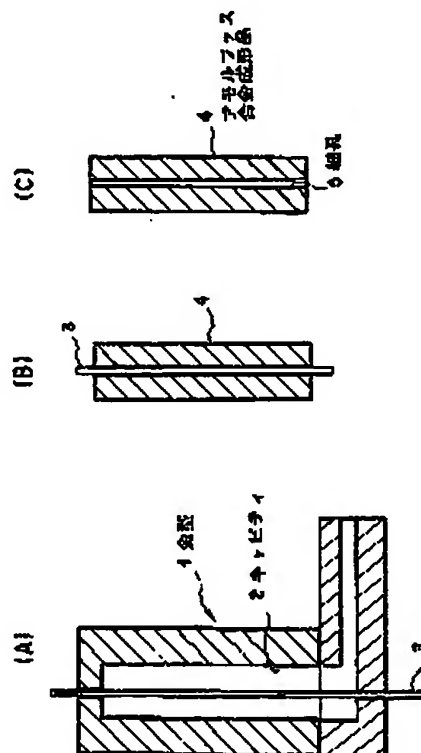
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 細穴を有するアモルファス合金成形品の製造方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 鋳造後の線状中子部材の引き抜きの困難性や耐久性に起因する問題を軽減し、短時間に生産性良く低コストで細穴を有するアモルファス合金成形品、特に光コネクタ用フェルール（キャピラリ）を製造する方法及び装置を提供する。

【解決手段】 線状中子部材3が予めセットされた金型1のキャビティ2内にアモルファス合金を生じ得る材料の溶湯を鋳込み、細穴5を形成したアモルファス合金成形品4を製造する方法において、上記中子部材を保持した状態の鋳造品を、中子部材腐食液に浸漬して溶解させるか、又は加熱溶解することにより、鋳造品から中子部材を除去する。別法として、中子部材の引き抜き性を改善して繰り返し使用可能とするために、離型用材料をコーティングした線状中子部材や、鋳造材よりも熱膨張係数の大きな材料から作製した線状中子部材を用いる方法、鋳造の際に前記線状中子部材に軸線方向の振動を与える方法も採用できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所望の断面形状の線状中子部材が予めセットされた金型のキャビティ内にアモルファス合金を生じ得る材料の溶湯を鑄込み、上記線状中子部材の断面形状の細穴を形成したアモルファス合金成形品を製造する方法において、上記線状中子部材を保持した状態の鑄造品を、中子部材腐食液に浸漬して溶解させるか、又は加熱溶解することにより、又は中子部材に機械加工を行うことにより、鑄造品から線状中子部材を除去することを特徴とするアモルファス合金成形品の製造方法。

【請求項2】 所望の断面形状の線状中子部材が予めセットされた金型のキャビティ内にアモルファス合金を生じ得る材料の溶湯を鑄込み、上記線状中子部材の断面形状の細穴を形成したアモルファス合金成形品を製造する方法において、上記線状中子部材として、離型用材料の皮膜をコーティングした線状中子部材、又は離型用材料を含有する線状中子部材を用い、鑄造後に鑄造材から線状中子部材を引き抜くことを特徴とするアモルファス合金成形品の製造方法。

【請求項3】 所望の断面形状の線状中子部材が予めセットされた金型のキャビティ内にアモルファス合金を生じ得る材料の溶湯を鑄込み、上記線状中子部材の断面形状の細穴を形成したアモルファス合金成形品を製造する方法において、上記中子部材として、鑄造材よりも熱膨張係数の大きな材料から作製した線状中子部材を用い、鑄造後に鑄造材から線状中子部材を引き抜くことを特徴とするアモルファス合金成形品の製造方法。

【請求項4】 鑄造の際に前記線状中子部材に軸線方向の振動を与えることを特徴とする請求項2又は3に記載の方法。

【請求項5】 所望の断面形状の線状中子部材が予めセットされた金型のキャビティ内にアモルファス合金を生じ得る材料の溶湯を鑄込み、上記線状中子部材の断面形状の細穴を形成したアモルファス合金成形品を製造する方法において、鑄造の際に前記線状中子部材に軸線方向の振動を与え、鑄造後に鑄造材から線状中子部材を引き抜くことを特徴とするアモルファス合金成形品の製造方法。

【請求項6】 鑄造材から線状中子部材を引き抜く際に、鑄造材をそのガラス遷移温度（ T_g ）と融点（ T_m ）の間の温度に保持することを特徴とする請求項2乃至5のいずれか一項に記載の方法。

【請求項7】 前記金型がキャビティ内に突出可能な筒状ガイド部材を備え、前記線状中子部材が該筒状ガイド部材と共にその中心孔を通して金型キャビティ内にセットされることを特徴とする請求項2乃至6のいずれか一項に記載の方法。

【請求項8】 前記成形品が、光コネクタ用のフェルルールもしくはキャピラリであることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか一項に記載の方法。

【請求項9】 製品外形を規制するキャビティを有する金型と、該金型のキャビティ内に突出・後退自在に配設された可動筒状ガイド部材と、該可動筒状ガイド部材の中心孔を通して金型キャビティ内にセットされる線状中子部材とを備えることを特徴とする細穴を有するアモルファス合金成形品の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、細穴を有するアモルファス合金成形品の製造方法及び装置に関し、さらに詳しくは、アモルファス合金（金属ガラス）の金型鑄造によって製造される細穴を有する成形品、特に光コネクタ部品（フェルルール、キャピラリ）などの細穴成形技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 細穴を有し、しかも高い寸法精度が要求される成形品の代表的なものとして、光コネクタのフェルルールもしくはキャピラリが挙げられる。以下、添付図面を参照しながら説明すると、図7は、光コネクタにおけるキャピラリ部11とフランジ部12が一体型のフェルルール10を示している。すなわち、フェルルール10は、光ファイバ17（もしくは光ファイバ素線）を挿入するための小径の貫通孔13が中心軸線に沿って形成されたキャピラリ部11と、中心軸線に沿って光ファイバ心線16（光ファイバの外周に外被が被着されたもの）挿入用の大径の貫通孔14が形成されたフランジ部12とからなり、小径の貫通孔13と大径の貫通孔14はテーパ径部15を介して接続されている。一方の光ファイバ17、17の接続は、それらが挿入・接合された各フェルルール10、10を割りスリーブ18の両端から挿入し、フェルルール10、10同士の間部を突き合わせるにより行なわれ、これによって光ファイバ17、17の軸線が整列した状態で先端部が突き合わせ接続される。一方、図8は、光コネクタのキャピラリ11aとフランジ12aが別体の光コネクタ用フェルルール10aを示している。

【0003】 光ファイバを通す細孔の孔径は、タイプにより様々であるが、例えばSC型と呼ばれるキャピラリ（フェルルール）ではφ0.126mm、深さ10mmの細孔を有している。従来、フェルルールはジルコニアなどのセラミックスで作製されている。セラミック製フェルルールの細孔成形は、予め小さめの細孔を有するフェルルールを射出成形しておき、焼成後、ワイヤーラッピング加工により正規寸法に仕上げ加工されている。また、セラミック製フェルルールは、内径加工の他に、外径加工・研磨等多くの工程を経て作製されている。そのため、製造工程が長大でコストの増大を余儀なくされている。

【0004】 上記のような問題を解決できる方法として、本出願人は既に、従来の金型鑄造法をベースにした技術とガラス遷移領域を示すアモルファス合金の組合せ

によって、光コネクタ用フェルールのような細孔を有する成形品や、複雑な形状の成形品であっても、所定の形状、寸法精度、表面品質を満足するアモルファス合金成形品を、単一プロセスで生産性良く製造できる方法を開発し、特許出願している（特開平10-186176号）。ここに開示されている細孔を有するアモルファス合金成形品の製造方法は、基本的に、中子ピンをセットした金型キャビティ内にアモルファス合金を生じ得る材料の溶湯を高速度で充填して casting し、その後中子ピンを casting 材から引き抜くことによって細孔を成形するものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】アモルファス合金（金属ガラス）は、高精度の casting 性及び加工性を有し、かつ金型のキャビティ形状を忠実に再現できる優れた転写性を有するため、金型を適切に作製することにより、金型 casting 法によって所定の形状、寸法精度、及び表面品質を満足する成形品を高速 casting によって製造できる。しかしながら、金型のキャビティ形状を忠実に再現できる優れた転写性を有するということは、金型キャビティ面と casting 材との間に隙間が生じないためである。そのため、金型から casting 品を取り出す際に、細孔を形成する中子ピンは細くて強度が充分でないことから、このピンを傷付けたり、破損するなどの問題が生じている。また、溶湯が中子ピンに付着した部分が生じ、形成される細孔の寸法精度が劣るとい問題も生じる。このため、時には細孔が成形できない場合もあり、また金型の耐久性を低下させ、生産性が上がらない場合もある。しかも、中子ピンは超硬合金によって作製され、高価であるため、このピンの傷付きや破損によって繰り返し使用ができなくなり、結果的に製造コストがかなり増大してしまうという問題がある。このような問題は、光コネクタ用フェルールもしくはキャピラリに固有の問題ではなく、細孔を有するアモルファス合金成形品の金型 casting の場合に共通した問題である。

【0006】従って、本発明の基本的な目的は、細孔を有するアモルファス合金成形品の casting に使用される線状中子部材の casting 後の引き抜きの困難性や耐久性に起因する前記したような種々の問題を軽減し、短時間に生産性良く低コストで、細孔を有するアモルファス合金成形品を製造できる方法及び装置を提供することにある。さらに本発明のより特定の目的は、細長い穴を有するアモルファス合金成形品であっても、簡単な工程でまた所定の形状、高い寸法精度及び表面品質で成形加工できる方法及び装置を提供し、もって耐久性、強度、耐衝撃性等に優れた細孔を有する安価なアモルファス合金成形品、特に光コネクタ用フェルールもしくはキャピラリを提供しようとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため

に、本発明の第一の側面によれば、アモルファス合金成形品の製造方法が提供され、その第一の態様は、所望の断面形状の線状中子部材が予めセットされた金型のキャビティ内にアモルファス合金を生じ得る材料の溶湯を casting 込み、上記線状中子部材の断面形状の細孔を形成したアモルファス合金成形品を製造する方法において、上記線状中子部材を保持した状態の casting 品を、中子部材腐食液に浸漬して溶解させるか、又は加熱溶解することにより、又は中子部材部分を機械加工することにより、 casting 品から線状中子部材を除去することを特徴としている。

【0008】本発明のアモルファス合金成形品の製造方法の第二の態様は、所望の断面形状の線状中子部材が予めセットされた金型のキャビティ内にアモルファス合金を生じ得る材料の溶湯を casting 込み、上記線状中子部材の断面形状の細孔を形成したアモルファス合金成形品を製造する方法において、上記線状中子部材として、船型用材料の皮膜をコーティングした線状中子部材、又は船型用材料を含有する線状中子部材を用い、 casting 後に casting 材から線状中子部材を引き抜くことを特徴としている。

【0009】本発明のアモルファス合金成形品の製造方法の第三の態様は、所望の断面形状の線状中子部材が予めセットされた金型のキャビティ内にアモルファス合金を生じ得る材料の溶湯を casting 込み、上記線状中子部材の断面形状の細孔を形成したアモルファス合金成形品を製造する方法において、上記中子部材として、 casting 材よりも熱膨張係数の大きな材料から作製した線状中子部材を用い、 casting 後に casting 材から線状中子部材を引き抜くことを特徴としている。

【0010】本発明のアモルファス合金成形品の製造方法の第四の態様は、所望の断面形状の線状中子部材が予めセットされた金型のキャビティ内にアモルファス合金を生じ得る材料の溶湯を casting 込み、上記線状中子部材の断面形状の細孔を形成したアモルファス合金成形品を製造する方法において、 casting の際に前記線状中子部材に軸線方向の振動を与え、 casting 後に casting 材から線状中子部材を引き抜くことを特徴としている。なお、この態様は、前記第二及び第三の態様と組み合わせて用いることができ、それによって、 casting 後に casting 材から線状中子部材をさらに容易に引き抜くことができる。

【0011】なお、前記第二乃至第四のいずれの態様においても、 casting 材を軟化させて線状中子部材を引き抜き易くするために、 casting 材から線状中子部材を引き抜く際に、 casting 材をそのガラス遷移温度（ T_g ）と融点（ T_m ）の間、好ましくは T_g と結晶化温度（ T_x ）の間の温度に保持することができる。また、前記金型がキャビティ内に突出可能な筒状ガイド部材を備え、前記線状中子部材を該筒状ガイド部材と共にその中心孔を通して金型キャビティ内にセットするようにすることもできる。

【0012】さらに本発明の第二の側面によれば、製品外形を規制するキャビティを有する金型と、該金型のキ

10

20

30

40

50

キャピティ内に突出・後退自在に配設された可動筒状ガイド部材と、該可動筒状ガイド部材の中心孔を通して金型キャピティ内にセットされる線状中子部材とを備えることを特徴とするアモルファス合金成形品の製造装置が提供される。前記したような方法及び装置により、細穴を有するアモルファス合金成形品、特に光コネクタ用フェルールもしくはキャピラリを生産性良く製造することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明によるアモルファス合金成形品の製造は、線状中子部材の鋳造後の引き抜き困難性や耐久性に起因する前記したような問題に対して、線状中子部材を使い捨てにする、鋳造後の引き抜き性を改善する、又は線状中子部材を保護するという様々のアプローチから解決しようとするものである。「使い捨て」という第一のアプローチについては、鋳造後に線状中子部材を化学的に溶解し又は加熱溶解して除去する、あるいは中子部材部分をドリル等を用いて機械加工により除去するという手段と、線状中子部材を安価な材料から作製するという手段がある。前者の手段は、線状中子部材を鋳造後に消失させるという考え方に基づいており、鋳造後の引き抜き性を考慮する必要はないが、後者の手段については、鋳造後に線状中子部材を引き抜き易くするという第二のアプローチが必要となる。

【0014】鋳造後に化学的に溶解し又は加熱溶解し、又は中子部材部分を機械加工して、線状中子部材を除去する方法としては、(a) アルミニウム、アルミニウム合金、ガラス（一般的な酸化物ガラス）などから作製した線状中子部材を用い、鋳造後、該中子部材を保持した状態の鋳造品を、中子部材腐食液、例えばNaOH溶液中に浸漬し、中子部材を溶解させて除去する方法、及び(b) 鉛、鉛合金等から作製した中子部材を用い、これらの材料の融点以上に加熱して溶解させ、除去する方法、及び(c) カーボン等から作製した中子部材を用い、鋳造後、中子部材を保持した状態の鋳造品をドリル等を用いて、やわらかい中子部材部分を機械加工により除去する方法などが挙げられる。アモルファス合金は、耐アルカリ性に極めて優れているため、上記(a)の化学的溶解法によっても鋳造品の品質が損なわれることはない。また、上記材料には、融点が鋳造合金の融点以下のものも含まれるが、金属ガラスは急速冷却で過冷却液体状態で鋳造するため、接触時間は極めて短時間（約0.1秒以下）であり、鋳造時に上記のような材料製の線状中子部材が溶解することはない。このような方法によれば、安価な線状中子部材を使い捨てにするものであるため、そのメンテナンスが不要で取り扱いが容易であり（回収に細心の注意を払う必要がない）、大量生産向きのプロセスと言える。

【0015】一方、第二のアプローチによって、鋳造後の線状中子部材の引き抜き性を改善した場合、必ずしも

ピアノ線等の安価な材料によって線状中子部材を作製する場合に限られるものではなく、従来と同様な超硬合金製の線状中子部材を用いることができる。この場合、線状中子部材の引き抜き性が改善されているため、線状中子部材の傷付きや破損が殆どなく、著しい繰返し回数で再利用が可能となる。勿論、安価な材料によって線状中子部材を使い捨てにするということも可能である。鋳造後の線状中子部材の引き抜き性を改善する方法としては、以下のような方法が挙げられる。

【0016】(1) 離型性付与方法（表面処理法）

線状中子部材が金属ガラス鋳造材から成型し易いように、中子部材表面に離型用材料の皮膜をコーティングする方法、又は離型用材料を含有する線状中子部材を用いる方法である。例えば、シリコングリース、不揮発油等の油脂、ポリエステル、ポリアミド、ポリアミドイミド、ポリイミド等の樹脂などの有機材料や、窒化ホウ素、アルミナ、カーボン、マグネシア等の無機材料の粉末（好ましくは粒径5 μ m以下のもの）からなる皮膜をコーティングする。これによって、線状中子部材と鋳造材との間のクリアランスが確保され、成型し易くなる。この方法は、繰返し使用及び使い捨てのいずれの中子部材にも適用できる。他の方法は、金属ガラスと反応し難いTiN、CrN、Si₃N₄、BN等の材料を物理的气相蒸着法（PVD）、化学的气相蒸着法（CVD）などの適当な方法でコーティングする方法である。このような金属ガラスと反応し難い材料の皮膜を線状中子部材表面にコーティングすることにより、中子部材は鋳造材から抜け易くなる。この方法は、繰返し使用を目的とする中子部材に特に有利に適用できる。さらに他の方法は、Al、Cu、Pb、Zn、MoS₂等の軟金属の皮膜を電気メッキ、無電解メッキ、溶融メッキ等の方法により形成する方法である。このような軟金属は鋳造の際に潤滑材として作用し、線状中子部材が抜け易くなる。この方法は、使い捨て用中子部材に特に有利に適用できる。また、用いる線状中子部材の材質に応じて適当な離型用材料を中子部材に含有せしめることにより、中子部材の成型性を向上させることもできる。

【0017】(2) 熱膨張の差を利用する方法

線状中子部材を、鋳造材よりも熱膨張係数の大きな材料から作製する方法である。金属ガラスの熱膨張係数 α は10.3 $\times 10^{-6}/K$ 程度であるので、例えばピアノ線（ $\alpha \approx 12.1 \times 10^{-6}/K$ ）、ステンレス（ $\alpha \approx 16.5 \times 10^{-6}/K$ ）、インコネル（ $\alpha \approx 12.5 \times 10^{-6}/K$ ）等から作製した線状中子部材を用いることにより、鋳造時のこれらの材料の熱膨張と冷却時の収縮によって鋳造材との間に約0.1 μ m程度のクリアランスが生じ、成型が容易となる。この方法は、繰返し使用及び使い捨てのいずれの中子部材にも適用できる。

【0018】(3) 振動による離型法

鋳造の際に線状中子部材に軸線方向の振動を与えること

により、抜き抵抗を減少させる方法である。なお、鋳造は約0.1秒以下の極めて短時間で終了するため、その間に充分な振動数を与えるためには50Hz以上の振動数、ストロークとして0.5mm以上の振動を与えることが好ましい。この方法も、繰り返し使用及び使い捨てのいずれの中子部材にも適用できる。なお、前記した(1)～(3)の方法は、組み合わせて採用することができる。

【0019】さらに本発明によれば、前記いずれの方法においても、鋳造材から線状中子部材を引き抜く際に、鋳造材をそのガラス遷移温度(T_g)と融点(T_m)の間、好ましくは T_g と結晶化温度(T_x)の間の温度に保持することにより、鋳造材を軟化させて線状中子部材を引き抜き易くすることができる。アモルファス合金組成の溶湯を適切な冷却速度で冷却すれば、溶湯は融点以下でも液体状態で存在するいわゆる過冷却液体状態となる(粘性が固体物質より小さい)。また、アモルファス形成能が大きな合金組成では、溶湯を融点以上から冷却し、途中、ガラス遷移温度(あるいは、固体物質として取り扱える粘性となる温度)以上で所定時間保持してその後冷却しても、少なくとも非晶質相を含有する合金が得られる。また、金属ガラスと呼ばれる安定なアモルファス合金では、一旦非晶質化した後、昇温すると、結晶化前に粘性が小さくなるガラス遷移領域を有している。一般にアモルファス合金は非常に高い強度を有しているため、室温では加工が殆どできないが、これら過冷却液体状態やガラス遷移領域を利用することにより、粘性が小さいため比較的小さな力で線状中子部材を引き抜くことが可能となる。

【0020】さらに本発明による第三のアプローチは、線状中子部材の金型キャビティ内へのセット及び鋳造時の中子部材の保護のために、キャビティ内に突出・後退自在な可動筒状ガイド部材を備えた金型を用い、線状中子部材を該筒状ガイド部材と共にその中心孔を通して金型キャビティ内にセットしようとするものである。このような筒状ガイド部材を用いることにより、それによって覆われている部分の中子部材は溶湯と接触しないので保護され、また鋳造材との接触面積が小さくなるので、引き抜きの際に中子部材が傷付いたり破損したりする割合はかなり減少する。なお、この方法は、前記した各方法と組み合わせて採用することができる。

【0021】本発明の方法で用いる材料としては、実質的に非晶質の合金からなる製品を得ることができる材料であれば全て使用可能であり、特定の材料に限定されるものではないが、下記一般式(1)～(6)のいずれか1つで示される組成を有するアモルファス合金を好適に使用できる。

一般式(1): $M^1, M^2, L_n, M^3, M^4, M^5$,

但し、 M^1 はZr及びHfから選ばれる1種又は2種の元素、 M^2 はNi、Cu、Fe、Co、Mn、Nb、T

1、V、Cr、Zn、Al及びGaよりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素、 L_n はY、La、Ce、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Yb及びMm(希土類元素の集合体であるミッシュメタル)よりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素、 M^3 はBe、B、C、N及びOよりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素、 M^4 はTa、W及びMoよりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素、 M^5 はAu、Pt、Pd及びAgよりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素、a、b、c、d、e及びfはそれぞれ原子%で、 $25 \leq a \leq 85$ 、 $15 \leq b \leq 75$ 、 $0 \leq c \leq 30$ 、 $0 \leq d \leq 30$ 、 $0 \leq e \leq 15$ 、 $0 \leq f \leq 15$ である。

【0022】上記アモルファス合金は、下記一般式(1-a)～(1-p)のアモルファス合金を含む。

一般式(1-a): M^1, M^2 ,

このアモルファス合金は、 M^4 元素がZr又はHfと共存するために、混合エンタルピーが負で大きく、アモルファス形成能が良い。

一般式(1-b): M^1, M^2, L_n ,

このアモルファス合金のように、上記一般式(1-a)の合金に希土類元素を添加することによりアモルファスの熱的安定性が向上する。

【0023】一般式(1-c): M^1, M^2, M^3 ,

一般式(1-d): M^1, M^2, L_n, M^3 ,

これらのアモルファス合金のように、原子半径の小さな元素(Be、B、C、N、O)でアモルファス構造中の隙間を埋めることによって、その構造が安定化し、アモルファス形成能が向上する。

【0024】一般式(1-e): M^1, M^2, M^3 ,

一般式(1-f): M^1, M^2, L_n, M^3 ,

一般式(1-g): M^1, M^2, M^3, M^4 ,

一般式(1-h): M^1, M^2, L_n, M^3, M^4 ,

これらのアモルファス合金のように、高融点金属(Ta、W、Mo)を添加した場合、アモルファス形成能に影響を与えずに耐熱性、耐食性が向上する。

【0025】一般式(1-i): M^1, M^2, M^3 ,

一般式(1-j): M^1, M^2, L_n, M^3 ,

一般式(1-k): M^1, M^2, M^3, M^4 ,

一般式(1-l): M^1, M^2, L_n, M^3, M^4 ,

一般式(1-m): M^1, M^2, M^3, M^4 ,

一般式(1-n): M^1, M^2, L_n, M^3, M^4 ,

一般式(1-o): M^1, M^2, M^3, M^4, M^5 ,

一般式(1-p): $M^1, M^2, L_n, M^3, M^4, M^5$,

これらの貴金属 M^5 (Au、Pt、Pd、Ag)を含んだアモルファス合金の場合、結晶化が起きても脆くならない。

【0026】

一般式(2): Al, \dots, L_n, M^1, M^2 ,

但し、 L_n はY、La、Ce、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Yb及びMmよりなる群から選ばれる

少なくとも1種の元素、 M' はTi、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta及びWよりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素、 M'' はBe、B、C、N及びOよりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素、 g 、 h 及び i はそれぞれ原子%で、 $30 \leq g \leq 90$ 、 $0 < h \leq 55$ 、 $0 \leq i \leq 10$ である。

【0027】上記アモルファス合金は、下記一般式(2-a)及び(2-b)のアモルファス合金を含む。

一般式(2-a): $A_{100-x-y-z}L_nM^p$

このアモルファス合金は、混合エンタルピーが負で大きく、アモルファス形成能が良い。

一般式(2-b): $A_{100-x-y-z}L_nM^pM'^q$

このアモルファス合金においては、原子半径の小さな元素(Be、B、C、N、O)でアモルファス構造中の隙間を埋めることによって、その構造が安定化し、アモルファス形成能が向上する。

【0028】一般式(3): $Mg_{100-x-y-z}M'$

但し、 M' はCu、Ni、Sn及びZnよりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素、 p は原子%で $5 \leq p \leq 60$ である。このアモルファス合金は、混合エンタルピーが負で大きく、アモルファス形成能が良い。

【0029】一般式(4): $Mg_{100-x-y-z}M'^qM''^r$

但し、 M' はCu、Ni、Sn及びZnよりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素、 M'' はAl、Si及びCaよりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素、 q 及び r はそれぞれ原子%で、 $1 \leq q \leq 35$ 、 $1 \leq r \leq 25$ である。このアモルファス合金のように、前記一般式(3)の合金において原子半径の小さな元素(Al、Si、Ca)でアモルファス構造中の隙間を埋めることによって、その構造が安定化し、アモルファス形成能が向上する。

【0030】一般式(5): $Mg_{100-x-y-z}M'^qM''^rM'''^s$

一般式(6): $Mg_{100-x-y-z}M'^qM''^rM'''^s$

但し、 M' はCu、Ni、Sn及びZnよりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素、 M'' はAl、Si及びCaよりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素、 M''' はY、La、Ce、Nd、Sm及びMmよりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素、 q 、 r 及び s はそれぞれ原子%で、 $1 \leq q \leq 35$ 、 $1 \leq r \leq 25$ 、 $3 \leq s \leq 25$ である。これらのアモルファス合金のように、前記一般式(3)及び(4)の合金に希土類元素を添加することによりアモルファスの熱的安定性が向上する。

【0031】前記したアモルファス合金の中でも、ガラス遷移温度(T_g)と結晶化温度(T_x)の温度差が極めて広いZr-TM-Al系及びHf-TM-Al系(TM:遷移金属)アモルファス合金は、高強度、高耐食性であると共に、過冷却液体領域(ガラス遷移領域) $\Delta T_x = T_x - T_g$ が300K以上、特にZr-TM-Al系アモルファス合金は600K以上と極めて広く、この

温度領域では粘性流動により数10MPa以下の低応力でも非常に良好な加工性を示す。また、冷却速度が数10K/s程度の鋳造法によっても非晶質バルク材が得られるなど、非常に安定で製造し易い特徴を持っている。これらの合金は、溶湯からの金型鋳造によっても、またガラス遷移領域を利用した粘性流動による成形加工によっても、非晶質材料ができると同時に、金型形状及び寸法を極めて忠実に再現する。

【0032】本発明に利用されるこれらのZr-TM-Al系及びHf-TM-Al系アモルファス合金は、合金組成、測定法によっても異なるが、非常に大きな ΔT_x の範囲を持っている。例えばZr₆₀Al₁₅Co₂₀Ni₅Cu₁₀合金(T_g :652K、 T_x :768K)の ΔT_x は116Kと極めて広い。耐酸化性も極めて良く、空气中で T_g までの高温に熱してもほとんど酸化されない。硬度は室温から T_g 付近までビッカース硬度(Hv)で460(DPN)、引張強度は1,600MPa、曲げ強度は3,000MPaに達する。熱膨張率 α は室温から T_g 付近まで $1 \times 10^{-5}/K$ と小さく、ヤング率は91GPa、圧縮時の弾性限界は4~5%を超える。さらに靱性も高く、シャルピー靱量値で6~7J/cm²を示す。このように非常に高強度の特性を示しながら、ガラス遷移領域まで加熱されると、流動応力は10MPa程度まで低下する。このため極めて加工が容易で、低応力で複雑な形状の微小部品や高精度部品に成形できるのが本合金の特徴である。しかも、いわゆるガラス(非晶質)としての特性から加工(変形)表面は極めて平滑性が高く、結晶合金を変形させたときのように滑り帯が表面に現われるステップなどは実質的に発生しない特徴を持っている。

【0033】一般に、アモルファス合金はガラス遷移領域まで加熱すると長時間の保持によって結晶化が始まるが、本合金のように ΔT_x が広い合金は非晶質相が安定であり、 ΔT_x 内の温度を適当に選べば2時間程度までは結晶が発生せず、通常の成形加工においては結晶化を懸念する必要はない。また、本合金は溶湯からの凝固においてもこの特性を如何なく発現する。一般にアモルファス合金の製造には急速な冷却が必要とされるが、本合金は冷却速度10K/s程度の冷却で溶湯から容易に非晶質単相からなるバルク材を得ることができる。その凝固表面はやはり極めて平滑であり、金型表面のミクロンオーダーの研磨傷でさえも忠実に再現する転写性を持っている。従って、合金材料として本合金を適用すれば、金型表面が成形品の要求特性を満たす表面品質を持っておれば、鋳造材においても金型の表面特性をそのまま再現し、従来の金型鋳造法においても寸法調整、表面粗さ調整の工程を省略又は短縮することができる。

【0034】以上のように、比較的低い硬度、高い引張強度及び高い曲げ強度、比較的低いヤング率、高弾性限界、高耐衝撃性、高耐摩耗性、表面の平滑性、高精度の

鑄造又は加工性を併せ持った特徴は、光コネクタのフェルールやスリーブなど、種々の分野の成形品の材料として適している。また、アモルファス合金は、高精度の鑄造性及び加工性を有し、かつ金型のキャビティ形状を忠実に再現できる優れた転写性を有するため、金型を適切に作製することにより、金型鑄造法によって所定の形状、寸法精度、及び表面品質を満足する成形品を単一のプロセスで生産性良く製造できる。

【0035】

【実施例】以下、添付図面に示す実施例を説明しながら本発明についてさらに具体的に説明する。図1(A)は、本発明の方法により細孔を有するアモルファス合金成形品を製造する方法及び装置の一実施例の概略構成を示している。図1において、符号1は製品形状のキャビティ2を有する分割金型であり、3は使い捨て用の細長い線状中子部材（ピンもしくはワイヤ）である。金型1は、銅、銅合金、鋅合金その他の金属材料から作製することができ、また、液体、気体等の冷却媒体や加熱媒体を流通させる流路を配設することもできる。一方、線状中子部材3は、前記したようにNaOH溶液により溶解可能なAl、Al合金、ガラス等や、加熱溶解可能なPb、Pb合金等や、機械加工が容易なカーボン等から作製されている。なお、溶湯の酸化皮膜形成を防止するために、装置全体を真空中又はArガス等の不活性ガス雰囲気中に配置するか、あるいは溶湯注入部に不活性ガスを流すことが好ましい。

【0036】アモルファス合金成形品の製造に際しては、アモルファス合金組成の溶湯を金型1のキャビティ2内に注入して鑄造し、金型温度がガラス遷移温度(T_g)以下になるまで冷却した後、金型1を分離して、図1(B)に示すように、金型キャビティ面を忠実に再現した平滑な表面を有し、かつ線状中子部材3を保持した状態のアモルファス合金成形品4を取り出す。その後、得られた鑄造品4を、用いた中子部材3の材質に応じて、前記したようにNaOH溶液中に浸漬して溶解させるか、又は加熱溶解させるか、又は機械加工することにより中子部材3を除去し、図1(C)に示すような細孔5を有するアモルファス合金成形品4を得る。

【0037】図2は、前記したようにCuメッキ等の軟金属メッキや有機系塗料、無機系塗料などの離型用材料の皮膜6がコーティングされた線状中子部材3を用いた例を示している。このように予め離型用材料の皮膜6がコーティングされた線状中子部材3を用いることにより、該中子部材3と鑄造材7との間にクリアランスが確保され、離型し易くなる。一方、図3は、鑄造材7よりも熱膨張係数の大きな材料から作製された線状中子部材3を用いた例を示している。このように鑄造材7よりも熱膨張係数の大きな材料から作製された線状中子部材3を用いることにより、鑄造後の冷却時に線状中子部材3が収縮して鑄造材7との間に微小な隙間が形成されるの

で、容易に引き抜くことができる。

【0038】図4は、本発明の方法によりアモルファス合金成形品を製造する方法及び装置の他の実施例の概略構成を示している。図4において、符号8は金型1のキャビティ2内に突出・後退自在に配設された可動筒状ガイド部材であり、線状中子部材3は該可動筒状ガイド部材8の中心孔を通して金型キャビティ内にセットされる。このような筒状ガイド部材8を用いることにより、それによって覆われている部分の中子部材3は溶湯と接触しないので保護され、また鑄造材との接触面積が小さくなるので、引き抜きの際に中子部材3が傷付いたり破損したりする割合はかなり減少する。

【0039】図5は上記図4に示す装置を用いて製造されたアモルファス合金成形品8aを示しており、下端部は切断される。このアモルファス合金成形品4aは小径部5aと大径部5bを有しているが、大径部5bの長さ、可動筒状ガイド部材8の金型1のキャビティ2内への突出長さを調整することにより、任意に変えることができる。なお、小径部5aについては必要に応じてワイヤラッピング加工を施すこともできる。

【0040】なお、前記した各実施例では、全長に亘って同一径の細長い中子部材3を用いたが、引き抜き方向に段階的に又は傾斜的に径が大きくなっている中子部材を用いることにより、軸方向に段階的に又は傾斜的に内径が大きくなっている細孔を成形することも可能である。また、図4に示すような可動筒状ガイド部材8を用いた場合、その断面形状を変えることによっても、種々の形状の細孔を成形することが可能となる。さらに、前記した各実施例では、貫通孔を有するアモルファス合金成形品の製造について説明したが、金型のキャビティ内にセットする線状中子部材の高さを調節することにより、非貫通孔を有するアモルファス合金成形品を製造することもできる。

【0041】以下、本発明の効果を具体的に確認した幾つかの実施例を示す。

実施例1

本実施例は、Cuメッキを施したワイヤを用いて細孔を成形した例である。具体的なワイヤの処理方法を以下に示す。ワイヤへのCuメッキは、硫酸銅による電解メッキを用いた。このときワイヤとの付着力を低くするため、できるだけ電解液は高温で、電流密度は高く、硫酸濃度は高くすることが望ましい。具体的には、 $\phi 0.3$ mmのワイヤを硫酸銅メッキ液（硫酸銅濃度220 g/l、硫酸濃度90 g/l）中に約5 cm浸漬して陰極とし、陽極にはステンレスを用いて電気メッキを施す。この時、電流は0.1 A～1 Aとし、液温は30℃～60℃に加熱して行なう。この様な条件は、微視的にこぶ状、樹枝状の皮膜となって脆くなり、追當メッキ不良とされる。しかし、本発明の手法で被覆されたワイヤは、この不良メッキ層が存在することによって鑄造材から引

き抜くことができる。上記Cuメッキワイヤを用いて細孔を作製した金属ガラスの細孔側断面の顕微鏡写真をとって観察したところ、所定の寸法の細孔が形成されていた。

【0042】実施例2

本実施例は、 MoS_2 皮膜を形成したワイヤを用いて細孔を成形した例である。 MoS_2 の表面処理は、チオモリブデン酸アンモニウム溶液を用いた陽極電解によって行なった。陽極電解条件としては、0.3g/lのチオモリブデン酸アンモニウム溶液に、ステンレスワイヤ（もしくはピアノ線、銅線ワイヤ）を陽極、ステンレス板を陰極とし、約10Vの電圧を印加することで陽極のワイヤに MoS_2 を析出させる。これを大気中で120℃で10分間熱処理することで、ワイヤ表面が MoS_2 で被覆される。 MoS_2 は自己潤滑性があるため、金属中に挿入されたワイヤはその表面の潤滑性により引き抜くことができる。金属ガラスに挿入したワイヤを引き抜いて成形した細孔の側断面の顕微鏡写真をとって観察したところ、いずれのワイヤを引き抜いたときでも、ワイヤが破断することなく、φ0.1mmの細孔を成形することができた。また、図6にワイヤを引き抜く際に必要な応力を引き抜き距離に対して示した。この引き抜き応力は、ワイヤの破断強度（100kgf/mm²）の約1/3～1/5以下である。

【0043】

【発明の効果】以上のように、本発明の方法及び装置によれば、細孔を有するアモルファス合金成形品の製造に使用される線状中子部材の製造後の引き抜きの困難性や耐久性に起因する種々の問題が軽減され、短時間に生産性良く低コストで、細孔を有するアモルファス合金成形品を製造できる。その結果、細長い穴を有するアモルファス合金成形品であっても、簡単な工程でまた所定の形状、高い寸法精度及び表面品質で成形加工でき、耐久性、強度、耐衝撃性等に優れた細孔を有する安価なアモルファス合金成形品、特に光コネクタ用フェルールもし

＊くはキャピラリが提供される。しかも、本発明に利用されるアモルファス合金は強度、靱性、耐食性等に優れるため、摩耗、変形、欠け等が発生し難く、長期間の使用に耐えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のアモルファス合金成形品の製造工程の一実施例を示す概略部分断面図である。

【図2】本発明の離型用材料の皮膜をコーティングした線状中子部材を用いた実施例を示す概略部分断面図である。

【図3】本発明の鋳造材の熱膨張係数よりも大きな材料から作製した線状中子部材を用いた実施例を示す概略部分断面図である。

【図4】本発明のアモルファス合金成形品の製造装置の別の実施例を示す概略部分断面図である。

【図5】図4に示す装置を用いて製造されたアモルファス合金成形品を示す概略部分断面図である。

【図6】 MoS_2 をコーティングしたワイヤを金属ガラスに埋め込んだときのワイヤの引抜き強度とストローク（引き抜き距離）との関係を示すグラフである。

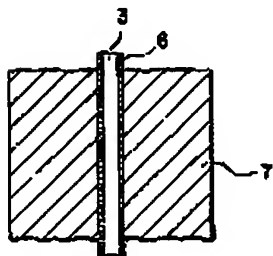
【図7】キャピラリ部とフランジ部が一体型の光コネクタ用フェルールを示す概略部分断面図である。

【図8】キャピラリとフランジが別体型の光コネクタ用フェルールを示す概略部分断面図である。

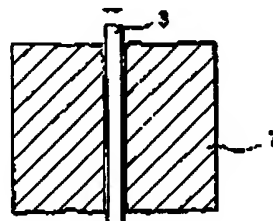
【符号の説明】

- 1 金型
- 2 キャピタリ
- 3 線状中子部材
- 4 アモルファス合金成形品（鋳造品）
- 5 細孔
- 6 離型用コーティング材料の皮膜
- 7 鋳造材
- 8 筒状ガイド部材

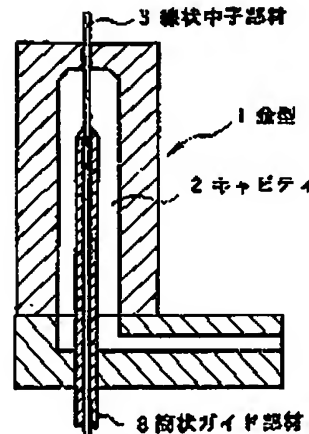
【図2】



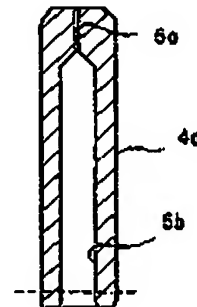
【図3】



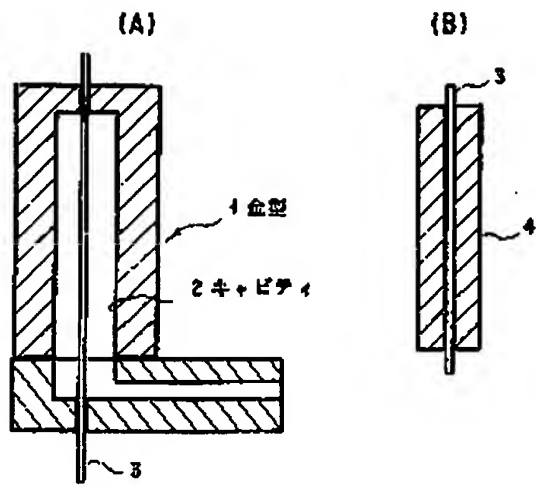
【図4】



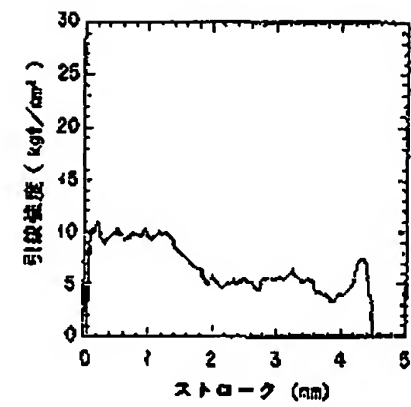
【図5】



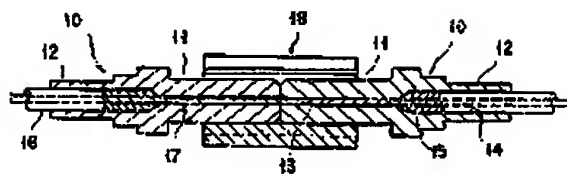
【図1】



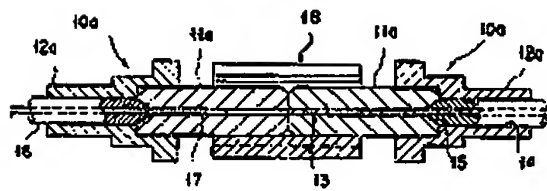
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H036 QA19 QA20
4E093 MA01 MA02 QB10 TA10